

Вырабатываемая ими общая мощность будет составлять $P=20,25$ Вт/с.

Таким образом, мы приходим к выводу, что если преобразовывать солнечную энергию в электричество, то это будет гораздо выгоднее для потребителя. Кроме того, это экологически чистый источник энергии, что особенно важно в наше время.

До 2019 г. компания «Хевел» планирует построить на территории региона еще шесть солнечных электростанций. После их ввода эксплуатацию общая мощность объектов солнечной генерации в регионе составит 140 МВт.

Список использованных источников

1. Химические источники тока / В. Н. Варыпаев, М. А. Дасоян, В. А. Никольский. М. : Высшая Школа, 1990. 240 с.
2. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения / В. М. Андреев, В. А. Грилихес, В. Д. Румянцев. Л. : Наука, 1989. 310 с.

УДК 621.311.24

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ВЫРАБОТКИ ВЭУ

ON ASSESSMENT OF POTENTIAL WTG GENERATION

Карпов Н.Д., Чернов Д.А., Дерюгина Г.В.

НИУ «МЭИ», г. Москва

kafedragvie@mail.ru

Karpov N.D., Chernov D.A., Deryugina G.V.

MPEI, Moscow

Аннотация: В процессе эксплуатации ветроэлектрических установок (ВЭУ), ветроэлектрических станций (ВЭС) или ветродизельных комплексов (ВДК) важное значение приобретает

планирование режима работы ВЭУ на сутки вперед. В работе приведены разработанные авторами рекомендации для планирования режима работы ВЭУ, выявленные в результате сопоставления фактической выработки ВЭС на примере ВЭС в п. Усть-Камчатск, состоящей из 3-х ВЭУ Komai KWT300 с выработкой, рассчитанной по различным моделям.

Abstract: In the process of wind turbine generators (WTG), wind power plants (WPP) or wind-diesel complexes (WDC) operation, the operational planning of WTG for the day ahead is important. The paper presents recommendations developed by the authors for the operational planning of WTGs, as a result of comparison of the actual production of WPP by the example of the WDC in Ust-Kamchatsk, consisting of 3 WTG Komai KWT300 with the output calculated on different models.

Ключевые слова: ветроэлектрическая установка; ветроэлектрическая станция, выработка электроэнергии, планирование режима работы.

Key words: wind turbine, wind power plant, wind power station, energy output, operational planning.

На первом этапе для оценки потенциальной выработки электроэнергии (ЭЭ) ВЭС была получена эмпирическая мощностная характеристика ВЭУ Komai KWT300 вида $N_{ВЭУ}(V_{за\ ВК})$, где $N_{ВЭУ}$ – активная мощность ВЭУ [кВт], $V_{за\ ВК}$ – скорость ветра по МС ВЭУ за ветроколесом (ВК). Эмпирическая характеристика была получена по фактическим значениям $N_{ВЭУ}$ и $V_{за\ ВК}$ с 5-минутным осреднением за период с 01.03.2016 г. по 31.10.2016 г. На рисунке представлены эмпирическая и паспортная мощностные характеристики ВЭУ Komai KWT300 [1].

Сопоставление фактических значений скорости ветра за ВК и значений, определенных по паспортной характеристике при фактических значениях мощности позволили получить осредненные коэффициенты пересчета скорости ветра для диапазонов,

рекомендованных производителем (табл. 1).

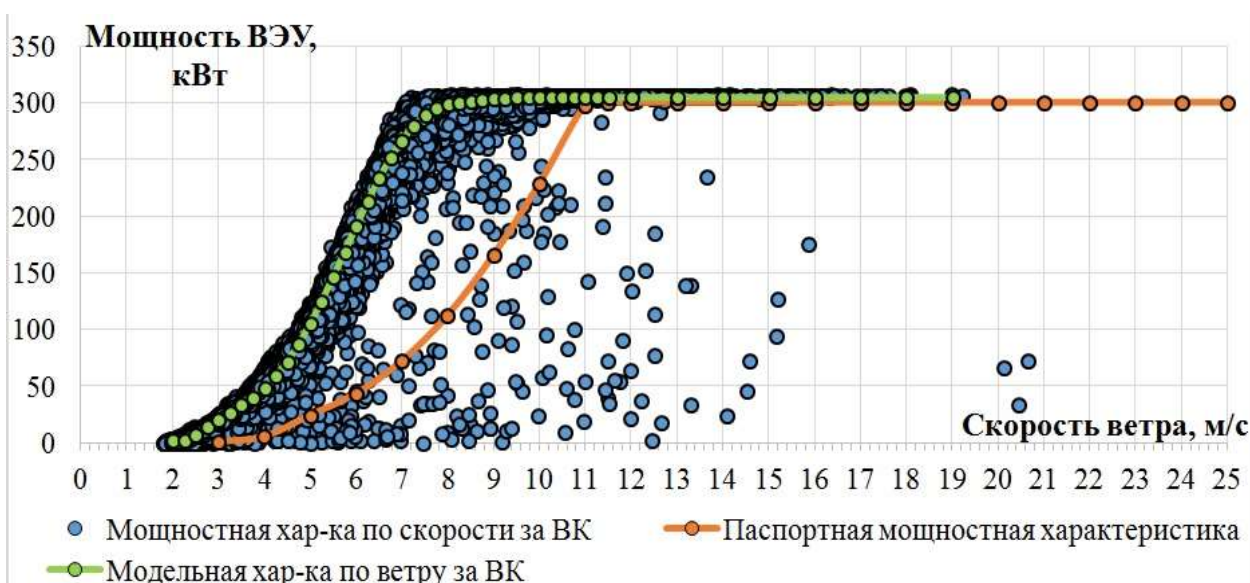
Таблица 1

Коэффициенты пересчета скорости ветра МС ВЭУ Komai KWT300
(предоставленные производителем и фактические коэффициенты)

Скорость ветра за ВК (МС ВЭУ) [м/с]		Коэффициент пересчета скорости ветра (рекомендованные производителем)	Коэффициент пересчета скорости ветра (по осредненным для 3-х ВЭУ фактическим данным)
0	2,5	1,0	1,56
2,5	10,5	1,36	1,51
10,5	12,5	1,31	1,31
12,5	13,5	1,25	1,25
13,5	14,5	1,21	1,21
14,5	25	1,17	1,17
25		1,0	1,0

Расчет потенциальной выработки 3-х ВЭУ в отдельности и ВЭС в целом [2] производился по ряду скорости ветра за ВК $V_{\text{за ВК}}$ с 5-минутным осреднением за период с 01.03.2016 г. по 31.10.2016 г. тремя способами:

1. По эмпирической зависимости $N_{\text{ВЭУ}}(V_{\text{за ВК}})$;
2. По паспортной характеристике ВЭУ с учетом пересчета $V_{\text{за ВК}}$ по коэффициентам, предоставленными производителем;
3. По паспортной характеристике ВЭУ с учетом пересчета $V_{\text{за ВК}}$ по осредненным коэффициентам, разработанными авторами.



Паспортная и эмпирическая характеристика ВЭУ Komai KWT300

Недостатком способа № 3 является возможность восстановления коэффициентов пересчета только до расчетной скорости ветра ВЭУ. При скорости ветра за ВК более 10,5 м/с в расчётах использовались коэффициенты, рекомендованные производителем ВЭУ, которые не оказывают существенного влияния на ошибку определения выработки за весь период. Это связано с тем, что повторяемость наблюдений скорости за ВК более 10,5 м/с составляет не более 5 %.

Точность определения потенциальной выработки ЭЭ ВЭУ и ВЭС ($\mathcal{E}_{M_i}^{ВЭУ}$, $\mathcal{E}_{M_i}^{ВЭС}$) различными способами определялась сопоставлением с фактическими показателями выработки ЭЭ ВЭУ и ВЭС, зафиксированными в архиве SCADA ВЭС, в виде относительного отклонения $\delta\mathcal{E}_{Ф-M_i}$, определяемого по формуле (формула приводится для ВЭУ, для ВЭС – аналогично):

$$\delta\mathcal{E}_{Ф-M_i} = \frac{\mathcal{E}_{M_i}^{ВЭУ} - \mathcal{E}_{Ф}^{ВЭУ}}{\mathcal{E}_{Ф}^{ВЭУ}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

В табл. 2 приводится сравнение фактической выработки ЭЭ отдельных ВЭУ и ВЭС в целом за период с 01.03.2016 г. по 31.10.2016 г. со значениями выработки, оцененной 3-мя различными способами по данным МС каждой ВЭУ в составе ВЭС.

Таблица 2

Фактические и теоретические выработки ЭЭ отдельных ВЭУ и ВЭС

Расчет потенциальной энергии	ВЭУ № 1		ВЭУ № 2		ВЭУ № 3		ВЭС	
	$\mathcal{E}_{ВЭУ}$, МВт·ч	$\delta\mathcal{E}_{Ф-M_i}$, %	$\mathcal{E}_{ВЭУ}$, МВт·ч	$\delta\mathcal{E}_{Ф-M_i}$, %	$\mathcal{E}_{ВЭУ}$, МВт·ч	$\delta\mathcal{E}_{Ф-M_i}$, %	$\mathcal{E}_{ВЭУ}$, МВт·ч	$\delta\mathcal{E}_{Ф-M_i}$, %
Факт	266,5	—	182,2	—	270,8	—	719,4	—
По эмпирической зависимости	277,7	4,2	205,6	12,9	294,1	8,6	777,4	8,1
По коэфф. производителя	204,1	–23,4	148,0	–18,7	215,2	–20,5	567,3	–21,1
По коэфф., разработанным авторами	270,8	1,6	185,1	1,6	276,4	2,1	732,3	1,8

В результате проделанной работы было выявлено, что рекомендованные производителем ВЭУ коэффициенты пересчета

скорости ветра приводят к заниженной оценке потенциальной выработки ЭЭ ВЭС до 20 %; разработанные авторами коэффициенты позволяют снизить ошибку определения выработки ВЭУ и ВЭС в целом до 2-х %.

Полученные в результате проведенного исследования результаты могут быть использованы как в научных исследованиях, так и на практике, при анализе оперативных эксплуатационных показателей работы ВЭС.

Список использованных источников

1. Wind energy: Handbook / T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi. Second Edition. Chishester John Wigley & Sons, 2011. 643 p.
2. Васьков А. Г., Дерюгина Г. В., Малинин Н. К., Пугачев Р. В. Ветроэнергетика: учебное пособие. М. : Изд-во МЭИ, 2016. 384 с.

УДК 621.311.24

ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ И ИХ РЕШЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ВИЭ

ENERGY SUPPLY AND RELIABILITY PROBLEMS OF RUSSIAN ISOLATED REGIONS AND THEIR SOLUTION VIA RENEWABLE POWER PLANTS

Касина В. И.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург
v.casina@yandex.ru

Kasina V. I.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg
g. Sankt-Peterburg